

Las nuevas tecnologías en el campo de las artes gráficas y de las telecomunicaciones están contribuyendo a considerables modificaciones logísticas en el mundo de las Operaciones.

# IDENTIFICACIÓN AUTOMÁTICA

Con estas técnicas de identificación automática, el empresario dispone de la exactitud, precisión y confiabilidad necesaria para la recolección sistematizada de toda la información impresa de su empresa, permitiéndose mejorar el rendimiento y la toma de decisiones en sus operaciones cotidianas.

**Roberto CARRO PAZ**  
**Daniel GONZÁLEZ GÓMEZ**



Facultad de Ciencias  
Económicas y Sociales



UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE MAR DEL PLATA



apunte **de** estudio



## **Identificación Automática**

### **CRÉDITOS FOTOGRÁFICOS:**

La totalidad de las fotografías incluidas en este trabajo han sido tomadas por los autores.

Ni la totalidad ni parte de este trabajo pueden reproducirse, registrarse o transmitirse, por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sea electrónico, mecánico, fotoquímico, magnético o electroóptico, por fotocopia, grabación o cualquier otro, sin permiso previo por escrito de los autores.

# IDENTIFICACIÓN AUTOMÁTICA

## OBJETIVOS DEL APUNTE

Definir y conocer:

- Reconocimiento óptico de caracteres (OCR)
- Sistemas biométricos
- Banda magnética
- Reconocimiento de voz
- Radio frecuencia
- Código de barras
- Simbología
- Identificación automática por radio frecuencia (RFID)
- Sistema de posicionamiento global (GPS)

En los últimos años hemos sido testigos de un creciente número de casos de rotulado de productos a través de distintas técnicas de entrada de datos como por ejemplo la captura manual, el reconocimiento óptico, la cinta magnética y el código de barras, entre otros. La globalización y el desenvolvimiento del tráfico comercial entre países implica una adaptación a los sistemas de comercialización de productos y a distintas normas internacionales vigentes. En la mayoría de los casos se trata de una serie de técnicas mediante las cuales se codifican datos en una imagen que es leída por equipos especiales a través de los cuales se puede comunicar información a una computadora.

Gran cantidad de empresas en el mundo ya han adoptado algún sistema de estas características. Por ejemplo, en la Argentina, ya existen 15.000 empresas que utilizan los códigos de barras para identificar un total de más de 550.000 productos.

Estos sistemas permiten mayor agilidad, eficiencia y seguridad a la hora de controlar y cobrar servicios y mercaderías, disminuyendo la posibilidad de errores que normalmente ocurren cuando se ingresan los datos manualmente.

De acuerdo al tipo de necesidades de identificación que se tenga -que pueden ser numéricas o alfanuméricas- un comercio, persona o entidad puede utilizar cualquiera de los sistemas disponibles. En este capítulo se describirá el estado actual en que se encuentran algunas tecnologías de identificación automática.

## RECONOCIMIENTO ÓPTICO DE CARACTERES (OCR)

El sistema reconoce y procesa tipos especiales de caracteres legibles para luego comparar esos patrones con aquellos que están almacenados en la memoria del computador. Mediante esta tecnología el dispositivo lector identifica la serie de detalles de líneas, curvas y bordes que definen a cada carácter en un conjunto de caracteres definidos.

El reconocimiento óptico de caracteres tiene presencia por lo general en el mundo de las finanzas; por ejemplo, en el procesamiento de documentos, cheques bancarios, giros, etc. Su aplicación está asociada al empleo de tinta magnética y a la tecnología conocida como MICR (por sus siglas en inglés; *Magnetic Ink Character Recognition*) o reconocimiento de caracteres por tinta magnética. Esta técnica mantiene la legibilidad de los caracteres aún cuando han sido cubiertos por algún sello, manchas, o similares.



## SISTEMAS BIOMÉTRICOS

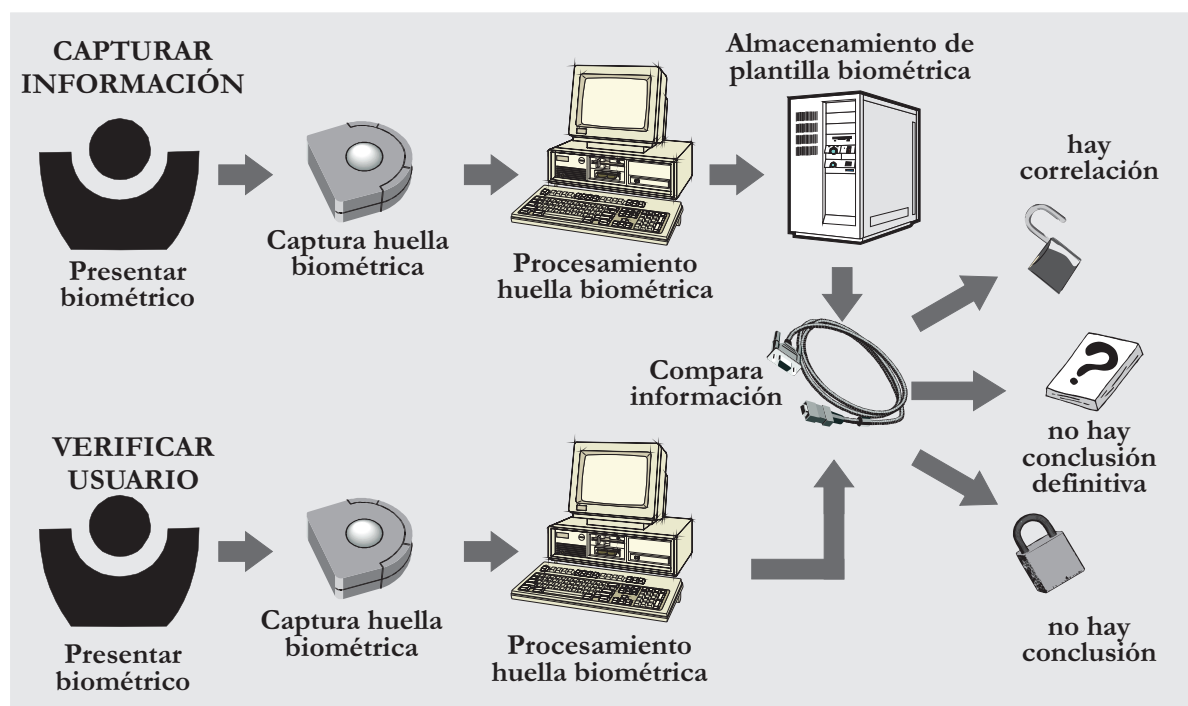
Las tecnologías de identificación biométricas no son nuevas, basta con mencionar como ejemplo a la identificación de huellas dactilares, invento que se desarrolló y patentó en la Argentina por Juan Vucetich. Pero en cuanto a la sofisticación tecnológica estamos hablando de un campo muy amplio para explorar. Este tipo de tecnologías se utiliza generalmente para aplicaciones de control de acceso y seguridad.

Un sistema biométrico utiliza información sobre alguna característica fisiológica, la cual es digitalizada y almacenada en el computador. Esta información se emplea más tarde como un medio de identificación personal.

La biometría aprovecha que existen ciertas características biológicas o conductuales singulares e inalterables, por lo que pueden ser analizados y medidos para crear una huella biométrica. Estas características son difíciles de perder, transferir u olvidar y son perdurables en el tiempo.

La biometría se soporta en siete pilares o conceptos básicos que son:

1. *Universalidad*: qué tan común es encontrar este biométrico en los individuos.
2. *Singularidad*: qué tan único o diferenciable es la huella biométrica entre uno y otro individuo.
3. *Permanencia*: qué tanto perdura la huella biométrica en el tiempo de manera inalterable.
4. *Recolectable*: qué tan fácil es la adquisición, medición y almacenamiento de la huella biométrica.
5. *Calidad*: qué tan preciso, veloz y robusto es el sistema en el manejo de la huella biométrica.
6. *Aceptabilidad*: qué tanta aprobación tiene la tecnología entre el público.
7. *Fiabilidad*: qué tan fácil es engañar al sistema de autenticación.



**Figura 7.1**

*Proceso de captura y verificación de usuario*

Algunas de las técnicas biométricas más exploradas y difundidas son:

**Reconocimiento de iris:** dos personas no pueden tener el mismo patrón de formación del iris. La "morfogénesis caótica" del iris es un proceso de cambio del patrón del iris durante el primer año de crecimiento del ser humano.

**Reflexión retinal:** al contener elementos semejantes a los del cerebro, la retina puede considerarse como una parte especialmente diferenciada del sistema nervioso central. La llamada vesícula óptica primaria sirve para identificar características biométricas únicas en cada persona.

**Geometría facial:** el reconocimiento facial puede ser menos exacto que las huellas dactilares, pero tiende a ser menos invasivo. La mayoría de los sistemas de reconocimiento facial utilizados hoy en día clasifican la apariencia intentando medir algunos puntos modales en la cara como la distancia entre los ojos, el ancho de la nariz, la distancia del ojo a la boca o la línea de la mandíbula.

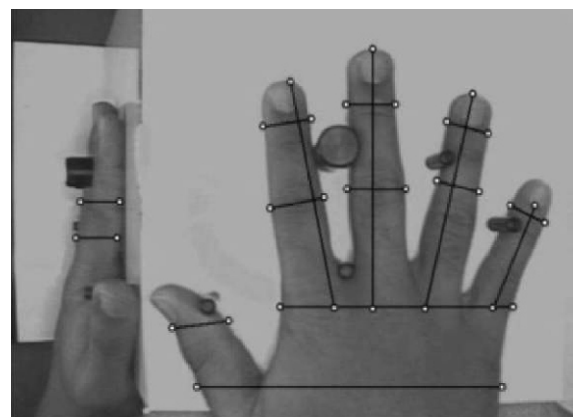
**Termografía facial:** un termograma facial es la representación gráfica de las emanaciones de calor del rostro. Ante fluctuaciones de temperaturas el patrón "calorífico" del rostro se mantiene invariable.

**Huellas dactilares:** esta técnica es una de las técnicas más antiguas y ampliamente utilizadas y aceptadas a nivel global. La huella dactilar aparece generalmente constituida por una serie de líneas oscuras que representan las crestas y una serie de espacios blancos que representan los valles.

La identificación con huellas digitales se basa en las minucias (ubicación y dirección de las terminaciones de crestas, bifurcaciones, deltas, valles y crestas), aunque existen muchas otras características de huellas digitales.

**Geometría de la mano:** este es uno de los sistemas más rápidos de los biométricos con una probabilidad de error aceptable en la mayoría de los casos. Casi un segundo es suficiente para determinar si una persona es quien dice ser a través del análisis de la geometría de su mano.

Si un usuario necesita ser autenticado, sitúa su mano en la posición correcta sobre un dispositivo lector (ver figura 7.2). Luego unas cámaras toman una imagen superior y otra lateral, extrayendo ciertos datos (ancho, longitud, área, distancias, entre otras) en un formato de tres dimensiones. Transformando estos datos en un modelo matemático que se contrasta contra una base de patrones, el sistema es capaz de permitir o denegar acceso a cada usuario.



**Figura 7.2**

*Geometría de la mano con ciertos parámetros extraídos*

**Patrón de la voz:** requiere de un proceso de entrenamiento previo en el que se genera un modelo de voz o patrón. En el momento del reconocimiento, se compara la muestra tomada con el patrón registrado y se certifica que efectivamente la persona que quiere acceder a la autorización tiene permiso para ello. Se trata de un proceso de verificación del hablante o locutor.

## BANDAS MAGNÉTICAS

Utiliza señales electromagnéticas de alta o baja energía para registrar y codificar información en una banda que puede ser leída por una máquina para identificación instantánea.

Su aplicación quizás más difundida es en las tarjetas de crédito. Las instituciones financieras prefieren esta tecnología pues la reproducción es difícil de lograr sin el equipo adecuado, el cual es apreciablemente costoso.

Cuando se realiza una comparación entre tecnologías, comúnmente se hace mención a que las bandas magnéticas se utilizan para la identificación de personas, mientras que los códigos de barras se aplican en la identificación de productos.

Las bandas magnéticas tienen excelentes posibilidades en aplicaciones de corta duración tales como en pasajes de avión, donde la vida esperada del pasaje es del orden de las 24 horas. En algunos países ya se pueden encontrar licencias de conducir con bandas magnéticas y documentos de identidad. Otro ejemplo de la aplicación de las bandas magnéticas muy difundido en el mundo entero son las tarjetas de telefonía prepaga.

## CÓDIGO DE BARRAS

El Código de Barras es un arreglo en paralelo que contiene información codificada en las barras y espacios del símbolo. Esta información puede ser leída por medio de dispositivos ópticos los cuales la leen y envían hacia una computadora como si la información se hubiera tecleado.

El código de barras es la mejor tecnología para implementar un sistema de recolección de datos mediante identificación automática. Presenta muchos beneficios, algunos de los cuales son.

- Se imprime a bajos costos.
- Permite porcentajes muy bajos de error.
- Los equipos de lectura e impresión de código de barras son flexibles y fáciles de conectar e instalar.
- Virtualmente no hay retrasos desde que se lee la información hasta que puede ser utilizada.
- Se mejora la exactitud de los datos.



- Se tienen costos fijos de labor más bajos.
- Se puede lograr un mejor control de calidad y servicio al cliente.
- Se pueden contar con nuevas categorías de información.
- Mejora la competitividad.

Las aplicaciones del código de barras cubren prácticamente cualquier tipo de actividad humana, tanto en la industria como en el comercio, instituciones educativas, instituciones médicas, gobierno, etc. De hecho, se los utiliza para los más diversos usos, como por ejemplo: control de material en proceso, control de calidad, embarques y recibos, control de documentos, facturación, control de tiempo y asistencia, bibliotecas, bancos de sangre, y muchos otros.

El primer sistema de código de barras fue patentado el 20 octubre de 1949 por los señores Norman Woodland y Bernard Silver. Se trataba de un “blanco” (*bull's eye code*) hecho mediante una serie de círculos concéntricos. Los productos circulaban a través de una cinta transportadora y se los identificaba porque un fotodetector leía este primer código.

En apareció el primer escáner fijo de códigos de barras instalado por Silvana General Telephone. Este aparato leía barras de colores rojo, azul, blanco y negro, y se utilizaba para la identificación de vagones de ferrocarriles.

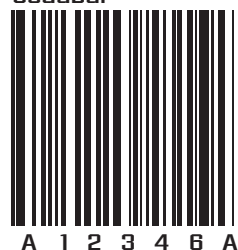
Recién fue en 1967 cuando la Asociación de Ferrocarriles de Estados Unidos aplica códigos de barras para el control de tránsito de embarques. El proyecto no duró mucho por la falta de mantenimiento adecuado de las etiquetas que contenían los códigos.

En ese mismo año, la sucursal de Cincinnati (Ohio, Estados Unidos) de la cadena de supermercados Kroger, instala el primer sistema de *retail* basado en códigos de barras. Al cliente que encontraba un código que no se podía escanear correctamente se le ofrecía cupones de descuento.

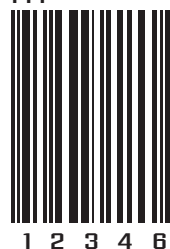
En 1969 hace su aparición el láser combinando luz de gas de helio y neón. El primer escáner fijo de este tipo fue instalado por un precio aproximado a los 10.000 dólares. Hoy en día, el mismo tipo de aparato rondaría los 900 dólares. Ese mismo año, Rust-Oleum, fue el primero en hacer interactuar un lector de códigos con un ordenador. El programa ejecutaba funciones de mantenimiento de inventarios e impresión de reportes de embarque.

A principio de los '70 aparecieron las primeras aplicaciones industriales, pero sólo para manejo de información y la primera terminal portátil de datos fabricada por Norand. Esta utilizaba un *wand* o lápiz de contacto.

CodaBar



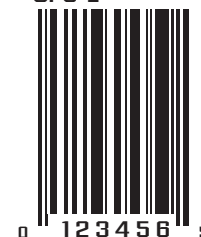
ITF



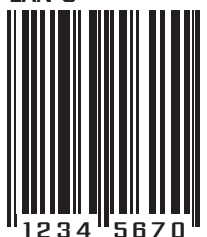
UPC-A



UPC-E



EAN-8



EAN-13





El **código Plessey** hace su aparición en Inglaterra (The Plessey Company) para ser utilizado en el control de archivos militares en 1971. Su segunda aplicación en el mundo se dio por la utilización del mismo en el control de documentos en distintas bibliotecas.

Ese mismo año, aparece **Codabar** y encuentra su mayor aplicación en las bancos de sangre, donde la utilización de un medio de identificación y verificación automática resultaba indispensable. La fábrica de automóviles Buick utilizó identificación automática en las operaciones de armado de transmisiones también allá por los años 70s. El sistema fue todo un éxito.

En 1972, el Dr. David Allais, por ese entonces en Intermec, crea el **código ITF** y en año 1973 se anuncia el lanzamiento del **código U.P.C.** (*Universal Product Code*) que se convertiría en el estándar de identificación de productos. De esta forma, la actualización automática de inventarios permitía una mejor y más oportuna compra y reabastecimiento de bienes. En 1974, nuevamente el Dr. Allais junto a Ray Stevens de Intermec, inventan el **Código 39**, el primero de tipo alfanumérico.

Europa se hace presente en 1976 creando y crea su propia versión del U.P.C., denominándola **código E.A.N.** (*European Article Number*). Pronto éste ha llegado a ser universalmente famoso.

Recién en 1978 se patenta el primer sistema de verificación de códigos de barras por medio de láser, que salió al mercado ese mismo año.

En los años ochenta, aparecen los primeros sobres postales con la marca en la derecha. Este sistema es conocido como **Post Net** que lo comienza a utilizar el Servicio Postal de los Estados Unidos en 1980.

En 1981 se utiliza por primera vez un escáner con tecnología CCD (*Charge Coupled Device*). En la actualidad, esta tecnología tiene bastante difusión en el mercado asiático, mientras que el láser domina en el mundo occidental. En ese mismo año también aparece el **código 128**, de tipo alfanumérico, y publica la primera norma de códigos de barra - ANSI MH10.8M- que especifica las características técnicas de los códigos 39, Codebar e ITF (*Interleaved Two of Five*).



El Dr. Allais se demuestra incansable en sus investigaciones y allá por 1987 desarrolla el primer código bidimensional, el **código 49**. En 1988 le sigue Ted Williams, de la empresa Laser Light Systems, con el **código 16K**.

Ya en el año 1990, se publica la especificación ANS X3.182, que regula la calidad de impresión de códigos de barras lineales. En ese mismo año, Symbol Technologies presenta el **código bidimensional PDF417**.

Indudablemente, cada vez se están desarrollando más y más códigos, sobre todo en los del tipo de alta densidad.





## Simbología

Para poder describir un sistema, hay que tener claramente establecida la diferencia entre codificación y simbolización.

Entendemos por codificación a la acción de agrupar un conjunto de cifras con una estructura predeterminada, teniendo por objeto lograr la identificación inequívoca de un producto, servicio, etc. *Simbolización* es la representación gráfica, por medio de una sucesión de barras y espacios paralelos, del código en cuestión.

El sistema responde a la necesidad de disponer de una codificación estandarizada para la identificación de los productos a través de un sistema de simbolización que permita ser leído y decodificado automáticamente. Debe permitir la identificación no-ambigua de todos los productos, sea cual fuere su origen y su destino final y, además, debe facilitar la libre circulación de las mercaderías.

Existen en el mundo distintos sistemas que presentan diferentes simbologías para distintas aplicaciones, cada una de ellas con variadas características. Las principales características que definen una simbología de código de barras son las siguientes: numéricas o alfanuméricas, de longitud fija o de longitud variable, discretas o continuas, número de anchos de elementos y autoverificación.

Las simbologías más usadas son la **EAN** y **UPC**. Estos sistemas son compatibles entre sí y desde sus comienzos fueron concebidos para productos de gran consumo como revistas, artículos textiles, farmacéuticos, y prácticamente cualquier otra categoría. A cada unidad de producto marcada por el fabricante se le atribuye un número único y no ambiguo. Dicho número está simbolizado por un código de barras que puede ser leído por diversos equipos de captura de datos como scanners, lápices lectores, pistolas o cualquier otro dispositivo.

El símbolo es impreso generalmente sobre el embalaje de origen durante la fabricación; pero para los productos no marcados, el sistema prevé la simbolización en el local, lo cual permite simbolizar productos de peso variable tales como las frutas o legumbres.

El EAN (*European Article Number*) dio lugar en 1981 a la formación de la Asociación Internacional de Numeración de Artículos (AINA), cuya sede se encuentra en Bruselas. Este sistema es el que ha adoptado nuestro país en la aplicación del código de barras. La entidad rectora en la Argentina se denomina CODIGO (Asociación Civil Argentina de Codificación de Productos Comerciales), que tiene como finalidad la asignación y administración de códigos en el país.

## Características de un código de barras

Un código de barras es un símbolo que puede tener varias características, entre las cuales podemos nombrar:

- *Densidad*: es el ancho del elemento (barra o espacio) más angosto dentro del símbolo de código de barras. Está dado en milésimas de pulgada. Un código de barras no se mide por su longitud física sino por su densidad.
- *WNR* (por sus siglas en inglés de *Wide to Narrow Ratio*): es la razón del grosor del elemento más angosto contra el grosor del elemento más ancho. Usualmente, este valor es 1:3 o 1:2.
- *Quiet Zone*: es el área blanca al principio y al final de un símbolo de código de barras. Esta área es necesaria para una lectura conveniente del símbolo por parte del dispositivo de captura de datos



### Lectores de códigos de barra

La función de éstos equipos es la de leer la información codificada en las barras y espacios del símbolo de código de barras y enviarla a un decodificador que a su vez la envía a una computadora o terminal como si la información hubiera sido tecleada. Los cuatro principales tipos de lectores son:

- **Lápiz óptico o Wand:** debe ser deslizado haciendo contacto a lo ancho del código. Envía una señal digital pura de las barras y espacios a una frecuencia igual a la velocidad con que se desliza el lápiz. La principal ventaja del lápiz óptico es su valor económico, pero como desventaja se puede mencionar que es un lector lento y requiere que el usuario tenga suficiente práctica para su manejo.

Cuenta con un FRR (por sus siglas en inglés de *first read rate*) que necesita de un decodificador de teclado y depende en gran medida de la buena calidad de impresión del código.

- **Láser de pistola:** realiza un barrido mediante una luz láser que genera una señal similar a la del lápiz óptico, pero a una mayor frecuencia. Esta señal es conocida como HHLC (por sus siglas en inglés de *Hand Held Laser Compatible*).

Cuenta con varias ventajas como su rapidez, capacidad de no requerir un decodificador de teclado, leer a una distancia promedio de entre 5 y 30 centímetros y contar con alto FFR.

En el otro extremo, sus principales desventajas son su costo relativamente alto, puede presentar problemas de durabilidad debido a sus partes móviles (espejos giratorios) y a veces resulta complicado para leer con demasiada luz en el ambiente.

- **CCD** (por sus siglas en inglés de *Charge Coupled Device*): mediante un arreglo de fotodiodos toma una foto del símbolo de código de barras y la traduce a una señal que puede ser similar a la enviada por el láser (HHLC) o a la del lápiz óptico descriptos anteriormente.

Sus principales ventajas son que puede ser considerado como un lector rápido, es económico, durable por no contar con partes móviles, no necesita de un decodificador de teclado y tiene un alto FRR.

Sus desventajas, es que requiere estar muy cerca del código (a no más de 1,5 centímetros) y no puede leer símbolos que rebasen el ancho de su ventana.



- **Láser omnidireccional:** es un lector que envía un patrón de rayos láser que permite leer un símbolo de código de barras sin importar su orientación. Cuenta con todas las ventajas del láser de pistola, además de poseer un FRR de prácticamente el 100%.

Sus desventajas es su alto costo y que el operador requiere que los artículos etiquetados no sean muy voluminosos pues el scanner se monta en posición fija.

### Impresión del código de barras

Los códigos de barras se pueden imprimir de varias maneras:

- *Película maestra:* se utiliza en imprentas, principalmente en empaques destinados al comercio minorista. Se crea un original en una impresora de buena resolución y se lo reproduce por medios fotomecánicos añadiéndolo al original de impresión del empaque.
- *Láser:* se utiliza una impresora láser para imprimir en bajo volumen o en documentos seriados.
- *Impresión térmica:* es la mejor tecnología para imprimir altos volúmenes de etiquetas por lotes. Se utilizan impresoras industriales de mediana o alta velocidad que pueden imprimir sobre papel térmico o normal.



### Colores en los símbolos

Un escáner lee los códigos de barras midiendo los contrastes de luz que las barras y los espacios reflejan; por lo tanto, los símbolos de los códigos deben ser impresos utilizando una combinación de color que provea un contraste suficiente para el escáner. La luz roja utilizada para escanear puede no detectar el contraste suficiente para leer el código de barras, por más que las barras y los espacios puedan parecer correctos y claros a simple vista. Al leer un código de barras, el escáner convierte los patrones de las barras y espacios del símbolo en caracteres de datos.

Independientemente de los colores utilizados, las barras oscuras deben estar impresas en un fondo claro. Los colores utilizados para imprimir las barras deben ser sólidos y no compuestos al utilizar un proceso de impresión a cuatro tintas. Las especificaciones EAN recomiendan combinaciones de colores que proporcionan un contraste de 63% o más. En la figura 7.3, se presentan recomendaciones útiles para la combinación de colores, pero aunque se siga esta guía de consulta, siempre es recomendable realizar una prueba de color, sobre todo al utilizar tonos marrones, rojos o anaranjados, para verificar si el contraste es suficiente para que tenga lugar sin problemas de codificación.

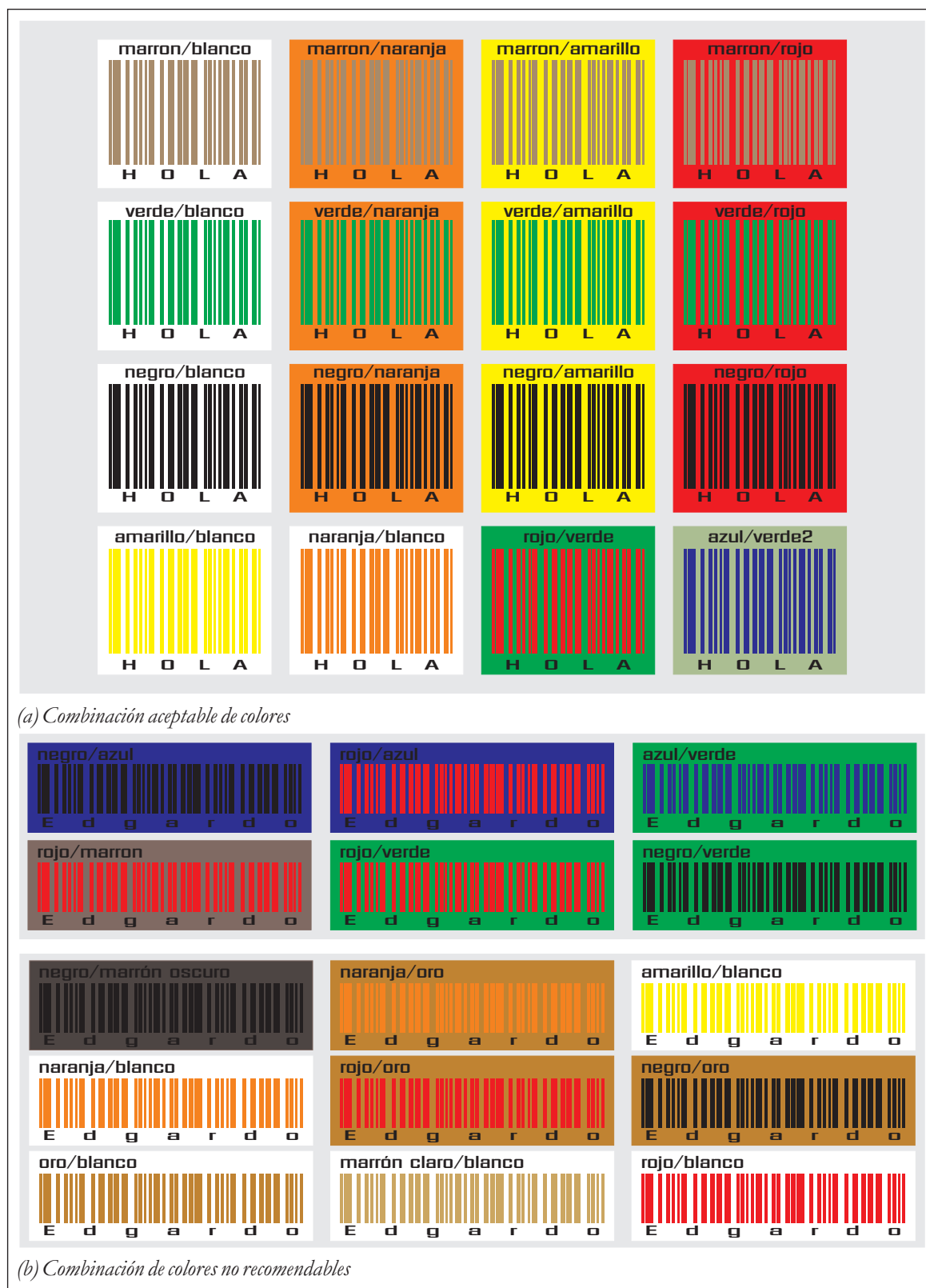


Figura 7.3  
Recomendaciones para la combinación de colores



## TERMINALES PORTÁTILES DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se utilizan para la recolección de datos en lugares donde es difícil llevar una computadora, como en un almacén o para trabajo en el campo y en las calles. Generalmente se diseñan para uso industrial rudo.

Las terminales portátiles programables cuentan con un display pequeño, teclado, puerto serial y un puerto para conexión de un lector externo de código de barras. Los lectores soportados por la mayoría de éstas terminales son HHLC (CCD o láser), lápiz óptico (*wand emulation*). La memoria RAM con que cuentan en su interior puede variar de unos 64K hasta 64 MB en terminales más sofisticadas, las que mayormente cuentan con radios que les permite mantener una interacción on line con el host o servidor.

La forma en que se programan depende de la marca y del modelo: pueden tener un lenguaje nativo o programarse mediante un generador de aplicaciones que crea un código interpretable por la terminal. Cuentan con programas operativos comunes o consecuentemente pueden programarse en lenguajes de alto nivel.

Una operación típica de una de éstas terminales es la siguiente:

- Se despliegan prompts (preguntas) en pantalla.
- Se leen los datos pedidos con el scanner o se teclean.
- Se validan los mismos si es necesario.
- Se repite el procedimiento las veces que sea necesario.
- Cuando se tiene la información completa, se descargan los datos vía serial a una computadora en donde finalmente son procesados



*El servicio postal de correo privado OCA en la Argentina utiliza equipos de recolección móviles de datos para más de 5.000 mensajeros y el procesamiento de millones de cartas y paquetes diarios en todo el país.*



## IDENTIFICACIÓN POR RADIO FRECUENCIA

La Identificación por Radio Frecuencia (RFID, por sus siglas en inglés) es una tecnología emergente que podría reemplazar potencialmente al código de barras en los próximos años. En noviembre de 2003 el Centro de Auto-Identificación del Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT), se transformó por completo en el laboratorio de desarrollo, mientras que la tarea de comercialización de la RFID se le asignó a EPCglobal, una nueva asociación que representa al Uniform Code Council (UCC) y EAN Internacional. Esta asociación tiene a su cargo la labor de impulsar a nivel mundial la adopción de la red del Código Electrónico de Producto (EPC) y vincular las tecnologías que ofrecen Internet y la RFID para ayudar a construir una cadena de suministro más eficiente.

Cuando la RFID alcance el nivel de etiquetado por producto en góndola, el potencial para desencadenar una nueva comprensión sobre el comportamiento de compra del consumidor crecerá más allá de lo que hoy en día es posible al utilizar la tecnología que ofrece el código de barra. El etiquetado a nivel de producto específico permitirá una comprensión más profunda respecto a las compras del consumidor en el punto en donde se toman muchas decisiones de compra: en la misma tienda.

El potencial para medir acciones tales como el tomar productos de una góndola que posteriormente el consumidor decide no llevarse y deja nuevamente en su lugar, representa un enorme cúmulo de información para comprender la selección del consumidor. Contar con estas capacidades podría alterar completamente las decisiones promocionales que realicen las empresas.

Más allá del aspecto del consumidor, la RFID también tendrá potencial para rastrear en tiempo real el inventario de productos que no se mueven en cualquier sección de la empresa. Finalmente, se llegará a contar con un medio para evaluar automáticamente uno de los temas más significativos de la industria: los quiebres de inventario. Esta nueva tecnología no sólo proporcionará los medios para que ello ocurra cada vez menos, sino que también ayudará a comprender su dinámica.

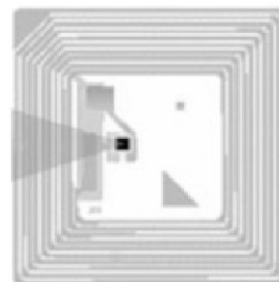
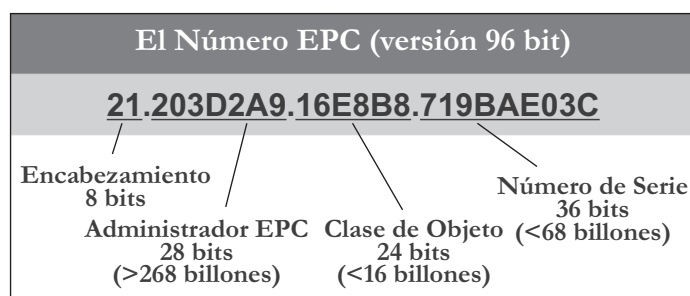
El RFID es un término genérico para tecnologías que usan ondas de radio para la identificación automática de personas u objetos. Hay varios métodos de identificación, pero el más común es el almacenamiento de un número seriado que identifica una persona u objeto -y quizás otra información- sobre un microchip que está relacionado con una antena (el chip y la antena juntos son llamados transmisor RFID o etiqueta RFID). La antena permite al chip transmitir la información de identificación a un lector. El lector convierte las ondas de radio reflejadas desde la etiqueta RFID en información digital que puede luego ser pasada a una computadora que hará uso de ella.

Los tags o etiquetas pueden confeccionarse en todos los tamaños y formatos, con un espesor tan fino que permite su aplicación en la superficie de cualquier producto. Tiene un componente electrónico con memoria que almacena los datos y un transmisor que contiene una antena de radio miniatura.

La Red EPCglobal está formada por cinco elementos fundamentales:

**EPC:** el Código Electrónico de Producto (EPC, por sus siglas en inglés) es la próxima generación en la identificación de productos. Como el código de barras (EAN, UPC), el EPC está compuesto por números que identifican al fabricante, producto, versión y número de serie. Pero el EPC utiliza un conjunto adicional de dígitos para identificar artículos únicos y singulares. El EPC es la única información almacenada en la etiqueta EPC. Esto permite que el costo se mantenga bajo y proporciona mayor flexibilidad, ya que es posible asociar una cantidad infinita de datos dinámicos con un número seriado en la base de datos





Fuente: Auto-ID Center

**Lectores y etiquetas EPC:** la Red EPCglobal es un sistema basado en RFID que utiliza la radio frecuencia para establecer comunicaciones entre lectores y etiquetas. El EPC (un número para la identificación inequívoca de un artículo) se almacena en una etiqueta especial. Estas etiquetas serán aplicadas durante el proceso de fabricación. A su vez, utilizando ondas de radio, las etiquetas comunicarán sus EPCs a los lectores, que luego transmitirán la información a una computadora o a un sistema de aplicación local.



Lector o reader



Etiqueta o tag

**Servicio de Nombramiento de objeto (ONS):** la visión de una red global y abierta para el seguimiento de mercaderías requiere una arquitectura especial de redes. Ya que sólo el EPC se almacena en la etiqueta, las computadoras necesitan tener alguna manera de relacionar dicho EPC con la información sobre el artículo asociado. Esa es la función del Servicio de Nombramiento de Objeto (ONS), un servicio de redes automatizado similar al Servicio de Nombramiento de Dominio (DNS) que vincula a las computadoras con sitios en Internet en la World Wide Web (www).

**EPC Middleware:** es una tecnología de software diseñada para administrar y trasladar información de manera que no se sobrecarguen las redes públicas y corporativas existentes. El EPC middleware utiliza una arquitectura distribuida que funciona en diferentes computadoras distribuidas a lo largo de una organización, en lugar de hacerlo desde una computadora central.

**Sistema de Información EPC (EPCIS):** El servicio de información EPC permite a los usuarios intercambiar información con socios comerciales basados en EPC

Uno de los principales obstáculos para el establecimiento del EPC es el costo. Es un dilema entre los fabricantes de etiquetas de RFID y la industria de productos de consumo masivo. El dilema de los fabricantes de etiquetas es cómo producir etiquetas eficientes y conseguirlo para muchos productos y paquetes distintos. Podrían lograrlo más fácilmente si tuvieran grandes pedidos, pero no los pueden obtener a menos que el costo de las mismas disminuya. Aún se debe alcanzar la masa crítica, después de lo cual el costo de producción y uso disminuirá.



Adicionalmente, los fabricantes de etiquetas tienen algunas directrices muy estrictas respecto a la calidad. El objetivo de calidad en estas etiquetas es del 100% de eficiencia -lo que realmente se requiere para que la tecnología sea exitosa- debido a que a diferencia del UPC, el EPC es específico al ítem, no al tipo de producto. Por ejemplo, con los códigos actuales de UPC, una lata de gaseosa presenta un código de barra idéntico a otra lata ubicada en el mismo paquete. Con la RFID aquellas dos latas tendrán códigos distintos. De manera que si alguna etiqueta EPC falla, entonces el ítem simplemente no existe.

Probablemente un tema muy importante sea el concerniente a la aceptación del consumidor. Mucho se ha escrito en relación a ropa, medicina y comida “inteligente” y a pesar de los enormes beneficios que presentan estos artículos, algunos consumidores muestran su preocupación respecto a que los productos que compren puedan resultar demasiado listos... lo que nos lleva a un futuro de reportes con información muy detallada.

Está claro que aún debe hacerse mucho para educar a los consumidores sobre el uso y beneficios de los productos codificados con RFID, así como tranquilizar sus inquietudes respecto al tema de la privacidad. EPCglobal está manejando este punto mediante propuestas para aliviar esta preocupación, posiblemente mediante el requerimiento de que el EPC pueda ser desactivado en la caja de registro. De cualquier manera, grupos que abogan por la defensa del consumidor se muestran persistentes en su lucha en contra de esta tecnología.

Para que el EPC sea utilizable a lo largo de la cadena de abastecimiento, se requiere un acuerdo para compartir contenido común. La industria debe contar y aprovechar descripciones comunes a lo largo del proceso. Un fabricante de jabón no puede hacerlo de manera diferente a otro. Los artículos deben ser categorizados en la misma manera.

Obviamente, los fabricantes pueden llevar a cabo internamente una adaptación de aquellas características o dentro de sus propios sistemas, pero deben existir estándares generales. De otra manera, el sistema no proveerá los beneficios y eficiencias que la industria espera de él.

Una manera en que la industria ha comenzado, sin infringir temas relacionados con la difusión de información interna, es a través de la instauración de descripciones que sólo involucren al fabricante y al socio minorista, como frecuentemente se logra hoy en día.

## RFID en el mundo

La aplicación del sistema de identificación por radiofrecuencia transformará al comercio, la industria y en especial a la logística. En el mundo hay dos grandes actores que juegan a favor del RFID: el Departamento de Defensa de los Estados Unidos y la cadena de supermercados Walmart. Esta última en 2003 informó a sus 130 principales proveedores que a partir de enero de 2005 deberían entregar sus productos, tanto en cajas o pallets con un tag adosado para ser leído por radiofrecuencia. La decisión se conoció mundialmente como "El Mandato de Walmart", y hoy es uno de los factores de mayor empuje del RFID en el mundo.

Otro impulsor ha sido la decisión de la Casa Blanca de aplicar el RFID en los pasaportes de los Estados Unidos, desde octubre de 2006. Usuarios multinacionales de este sistema son Toyota, Boeing, Lockheed, Philips, Sony, IBM, HP, Cisco, DHL, Novartis y Gillette, aunque en todos los casos la aplicación de RFID está limitada a algunas pocas líneas de producto. En Brasil, Procter & Gamble, Volkswagen y Unilever están probando la tecnología, mientras que los supermercados Pan de Azúcar ya lo aplica en sus locales.

En la Argentina hay sólo siete proveedores de los equipos necesarios para implementar RFID, inscriptos y reconocidos por EPCglobal, socio de la industria y el comercio encargado de impulsar la adopción e implementación mundial del sistema y que proporciona la asignación del registro mundial de números para los códigos electrónicos de producto en la cadena de abastecimiento. Apenas dos empresas argentinas están asociadas como usuarios finales a EPC. Uno de ellos es el proveedor de envases de cartón corrugado Zucamor, que aplica el sistema para la identificación de producto terminado, lectura en línea hacia depósito, en punto de reproceso y en su despacho a clientes. El otro caso es la empresa Argen-Pool dedicada a la administración de contenedores plásticos plegables.



Además de la privacidad, los principales obstáculos para la adopción de RFID son sus costos, aunque estos estén en baja. En el caso de los tags ya están en 10 centavos de dólar y las lectoras, menos de mil dólares. Otras barreras son las interferencias que provocan el agua, algunos metales y sistemas inalámbricos entre los *tags* y las antenas, y la compatibilidad de RFID con los actuales sistemas instalados en las empresas. Las nuevas etiquetas se pueden leer a través de distintos materiales y hasta ya existen las de tipo lavable.

## SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL

El *Global Positioning System* (GPS) o Sistema de Posicionamiento Global (más conocido con las siglas GPS, aunque su nombre correcto es NAVSTAR-GPS, *navigation system and ranging-global position system*) es un Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS) que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona, un vehículo o una nave, con una precisión hasta de centímetros, usando GPS diferencial, aunque lo habitual son unos pocos metros.

Aunque su invención se atribuye a los gobiernos francés y belga, el sistema fue desarrollado e instalado, y actualmente es operado, por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos.

El GPS funciona mediante una red de 27 satélites (24 operativos y 3 de respaldo) en órbita sobre el globo, a 20.200 kilómetros, con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie de la Tierra. Cuando se desea determinar la posición, el receptor que se utiliza para ello localiza automáticamente como mínimo tres satélites de la red de los que recibe señales indicando la posición y el reloj de cada uno de ellos. Con base en estas señales, el aparato sincroniza el reloj del GPS y calcula el retraso de las señales; es decir, la distancia al satélite. Por triangulación calcula la posición en que éste se encuentra. La triangulación en el caso del GPS, a diferencia del caso 2-D que consiste en averiguar el ángulo respecto de puntos conocidos, se basa en determinar la distancia de cada satélite respecto al punto de medición. Conocidas las distancias, se determina fácilmente la propia posición relativa respecto a los tres satélites. Sabiendo además las coordenadas o posición de cada uno de ellos por la señal que emiten, se obtiene la posición absoluta o coordenadas reales del punto de medición. También se consigue una exactitud extrema en el reloj del GPS, similar a la de los relojes atómicos que llevan a bordo cada uno de los satélites.

La antigua Unión Soviética tenía un sistema similar llamado GLONASS, ahora gestionado por la Federación Rusa. Por su parte, actualmente la Unión Europea está desarrollando su propio sistema de posicionamiento por satélite, denominado Galileo.

En 1957 la Unión Soviética lanzó al espacio el satélite Sputnik I, que era monitorizado mediante la observación del Efecto Doppler de la señal que transmitía. Debido a esto, se comenzó a pensar que, de igual modo, la posición de un observador podría ser establecida mediante el estudio de la frecuencia Doppler de una señal transmitida por un satélite cuya órbita estuviera determinada con precisión.

La Armada estadounidense rápidamente aplicó esta tecnología para proveer a los sistemas de navegación de sus flotas de observaciones de posiciones actualizadas y precisas. Así surgió el sistema TRANSIT, que quedó operativo en 1964 y estuvo disponible para uso comercial en 1967. Las actualizaciones de posición, en ese entonces, se encontraban disponibles cada 40 minutos y el observador debía permanecer casi estático para poder obtener información adecuada.

Posteriormente, en esa misma década y gracias al desarrollo de los relojes atómicos, se diseñó una constelación de satélites, portando cada uno de ellos uno de estos relojes y estando todos sincronizados con base en una referencia de tiempo determinada. En 1973 se combinaron los programas de la Armada y el de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos (este último consistente en una técnica de transmisión codificada que proveía datos precisos usando una señal modulada con un código de ruido pseudo-aleatorio (PRN; por sus siglas en inglés de *pseudo-random noise*), en lo que se conoció como *Navigation Technology Program*, posteriormente renombrado como NAVSTAR-GPS.

Entre 1978 y 1985 se desarrollaron y lanzaron once satélites prototipo experimentales NAVSTAR, a los que siguieron otras generaciones de satélites, hasta completar la constelación actual, a la que se declaró “con capacidad operacional inicial” en diciembre de 1993 y “con capacidad operacional total” en abril de 1995.



Este Sistema Global de Navegación por Satélite lo componen:

1. *Sistema de satélites*: está formado por 24 unidades con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie del globo terráqueo. Más concretamente, repartidos en 6 planos orbitales de 4 satélites cada uno. La energía eléctrica que requieren para su funcionamiento la adquieren a partir de dos paneles compuestos de celdas solares adosados a sus costados.
2. *Estaciones terrestres*: envían información de control a los satélites para controlar las órbitas y realizar el mantenimiento de toda la constelación.
3. *Terminales receptoras*: indican la posición en la que están, conocidas también como Unidades GPS. Estas terminales son las que se pueden comprar en los comercios especializados.

El GPS está evolucionando hacia un sistema más sólido (GPS III), con una mayor disponibilidad y que reducirá la complejidad de las aumentaciones GPS.

El programa GPS III persigue el objetivo de garantizar que el GPS satisfaga requisitos militares y civiles previstos para los próximos 30 años. Este programa se está desarrollando para utilizar un enfoque en 3 etapas (una de las etapas de transición es el GPS II); muy flexible, permite cambios futuros y reduce riesgos. El desarrollo de satélites GPS II comenzó en 2005, y el primero de ellos ya se encuentra disponible para su lanzamiento, con el objetivo de lograr la transición completa de GPS III en 2017. Los desafíos son los siguientes:

- Representar los requisitos de usuarios, tanto civiles como militares.
- Limitar los requisitos GPS III dentro de los objetivos operacionales.
- Proporcionar flexibilidad que permita cambios futuros para satisfacer requisitos de los usuarios hasta 2030.
- Proporcionar solidez para la creciente dependencia en la determinación de posición y de hora precisa como servicio internacional.

Debido al carácter militar del sistema GPS, el Departamento de Defensa de los Estados Unidos se reservaba la posibilidad de incluir un cierto grado de error aleatorio, que podía variar de los 15 a los 100 m. La llamada disponibilidad selectiva fue eliminada el 2 de mayo de 2000. Aunque actualmente no aplique tal error inducido, la precisión intrínseca del sistema GPS depende del número de satélites visibles en un momento y posición determinados.



*Terminales receptoras*



Con un elevado número de satélites siendo captados (7, 8 o 9), y si éstos tienen una geometría adecuada (dispersión), pueden obtenerse precisiones inferiores a 2,5 metros en el 95% del tiempo. Si se activa el sistema DGPS llamado SBS (WAAS-EGNOS-MSAS), la precisión mejora siendo inferior a un metro en el 97% de los casos. Es preciso aclarar que estos sistemas SBS no aplican en Sudamérica, ya que esta parte del mundo no cuenta con este tipo de satélites geoestacionarios.

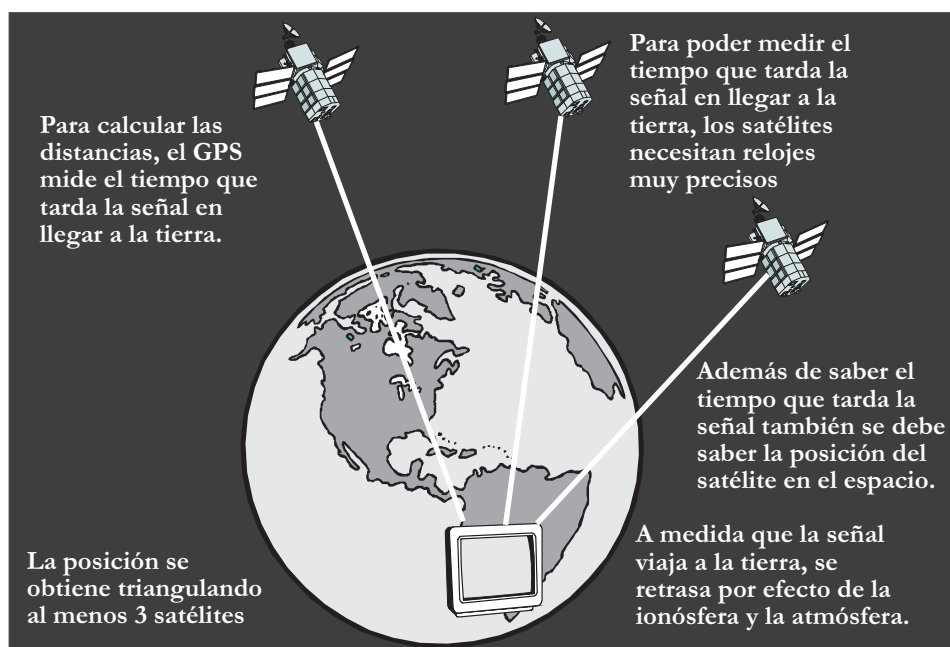
Los receptores GPS funcionan midiendo su distancia a los satélites y usan esa información para calcular su posición. Esta distancia se mide calculando el tiempo que la señal tarda en llegar al receptor. Conocido ese tiempo y basándose en el hecho de que la señal viaja a la velocidad de la luz (salvo algunas correcciones que se aplican), se puede calcular la distancia entre el receptor y el satélite.

La situación de los satélites es conocida por el receptor con base en las efemérides (5 parámetros orbitales Keplerianos), parámetros que son transmitidos por los propios satélites. La colección de efemérides de toda la constelación se completa cada 12 minutos y se guarda en el receptor GPS.

Al obtener información de dos satélites se nos indica que el receptor se encuentra sobre la circunferencia que resulta cuando se intersectan las dos esferas. Si adquirimos la misma información de un tercer satélite notamos que la nueva esfera solo corta la circunferencia anterior en dos puntos. Uno de ellos se puede descartar porque ofrece una posición absurda.

De esta manera ya tendríamos la posición en 3-D. Sin embargo, dado que el reloj que incorpora los receptores GPS no está sincronizado con los relojes atómicos de los satélites GPS, los dos puntos determinados no son precisos.

Teniendo información de un cuarto satélite, eliminamos el inconveniente de la falta de sincronización entre los relojes de los receptores GPS y los relojes de los satélites. Y es en este momento cuando el receptor GPS puede determinar una posición 3-D exacta (latitud, longitud y altitud). Al no estar sincronizados los relojes entre el receptor y los satélites, la intersección de las cuatro esferas con centro en estos satélites es un pequeño volumen en vez de ser un punto. La corrección consiste en ajustar la hora del receptor de tal forma que este volumen se transforme en un punto.



**Figura 7.4**

*Funcionamiento del Sistema de Posicionamiento Global*

Algunos celulares pueden vincularse a un receptor GPS diseñado a tal efecto. Suelen ser módulos independientes del teléfono que se comunican vía inalámbrica bluetooth, o implementados en la misma terminal móvil y que le proporciona los datos de posicionamiento que son interpretados por un programa de navegación. Esta aplicación del GPS está particularmente extendida en los teléfonos móviles que operan con el sistema operativo Symbian, y PDAs con el sistema operativo Windows Mobile, aunque varias marcas han lanzado modelos con un módulo GPS integrado con software GNU/Linux.

Algunas de las aplicaciones más usuales del GPS son:

- Navegación terrestre (y peatonal), marítima y aérea. Bastantes automóviles lo incorporan en la actualidad, siendo de especial utilidad para encontrar direcciones o indicar la situación a los servicios de emergencia y remolque.
- Topografía y geodesia.
- Localización agrícola (agricultura de precisión), ganadera y de fauna.
- Salvamento y rescate.
- Deporte, campamentismo y ocio.
- Para localización de enfermos, discapacitados y menores.
- Aplicaciones científicas en trabajos de campo.
- Rastreo y recuperación de vehículos.
- Navegación Deportiva.
- Deportes extremos como parapente, planeadores, etc.
- Sistemas de gestión y seguridad de flotas.

## PUNTOS RELEVANTES

- La globalización y el desenvolvimiento del tráfico comercial entre países implica una adaptación a los sistemas de comercialización de productos y a distintas normas internacionales vigentes. La identificación automática, en la mayoría de los casos, se trata de una serie de técnicas mediante las cuales se codifican datos en una imagen que es leída por equipos especiales a través de los cuales se puede comunicar a una computadora.
- El código de barras es una serie de técnicas mediante las cuales se codifica datos en una imagen formada por combinaciones de barras y espacios. Estas imágenes son leídas por equipos especiales de escaneo a través de los cuales se puede comunicar datos al computador.
- El OCR (o sistema óptico de caracteres) reconoce y procesa tipos especiales de caracteres legibles y compara esos patrones con aquellos que están almacenados en la memoria del computador. Mediante esta tecnología el dispositivo lector identifica la serie de detalles de líneas, curvas y bordes que definen a cada carácter en un conjunto de caracteres definidos.
- Las tecnologías de identificación biométricas se utilizan generalmente para aplicaciones de control de acceso y seguridad. Información sobre alguna característica fisiológica es digitalizada y almacenada en el computador para que esta información sea empleada como un medio de identificación personal.
- RFID o la tecnología de identificación por radio frecuencia es un método electrónico de asignar un código de información a un producto, proceso o persona y usar esta información para identificar o acceder a información adicional al respecto.
- El GPS (o sistema de posicionamiento global) es un método de posicionamiento y navegación basado en las señales transmitidas por la constelación de satélites NAVSTAR que son recibidas por receptores portátiles en tierra. Las señales múltiples que se reciben simultáneamente previenen de las sucesivas posiciones de los satélites, se utilizan para resolver las ambigüedades y permitir con esto la determinación de la posición tridimensional del punto por conocer.





## TÉRMINOS CLAVE

- Banda magnética
- CodaBar
- Código de barras
- Código EAN
- Identificación por radio frecuencia (RFID)
- Lector de código de barras
- Reconocimiento óptico de caracteres (OCR)
- Simbología
- Sistemas biométricos
- Sistema de posicionamiento global
- Terminal portátil

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albertos, P. y Sala A. (Lectura) *Notes on Interactive Identification and Control Design*. Servicio Publico. Universidad Politécnica de Valencia, 2000.

Areitio, J. *Privacidad y protección, elementos clave para la tecnología RFID*. Revista Gigatronic N°44. Marzo. 2007.

Ljung, L. *System Identification: theory for the user*. Prentice-Hall, Engelwood Cliffs. 1999.

Monsó, J. *Sistemas de Identificación y Control Automáticos*. Marcombo. 1993.

Skogestad, S. y Postlethwaite, I. *Multivariable Feedback Control*. John Wiley & Sons. 1996.

Zang, Z, Bitmead R.R. y Gevers, M. *Interactive Weighted Least-Squares Identification and Weighted LQC Control Design*. Automática. pp. 1577-1594. 1995.

